



西暦 1975 年 12 月 15 日
アメリカ合衆国出願ノ優先権主張
出願番号 第 6 4 0 6 0 4 号

① 日本国特許庁

公開特許公報

特 許 願
昭和 51 年 12 月 8 日
特許庁長官 片 山 石 郎 殿

1. 発明の名称

電気-音響変換器

2. 発明者

住 所 アメリカ合衆国ニューヨーク州 11590,
ウエストバリー, シヤーマン・コート, 692
氏 名 ジェイコブ・アブラハム・クリツ

3. 特許出願人

住 所 アメリカ合衆国ニューヨーク州ニューヨーク,
アベニュー・オブ・ジ・アメリカス・1290
名 称 スペリー・ランド・コーポレーション
代表者 ハワード・ビー・テリー
国 籍 アメリカ合衆国

4. 代理人

郵便番号 100
住 所 東京都千代田区丸の内 2 丁目 4 番 1 号
丸の内ビルディング 752 区
電話 201-3497, 214-6892
氏 名 (2835) 井理士 飯 田 治 男
ほか 2 名

① 特開昭 52-73763

④ 公開日 昭 52. (1977) 6.21

② 特願昭 51-147576

② 出願日 昭 51. (1976) 12. 8

審査請求 未請求 (全 5 頁)

庁内整理番号

6940 59
7360 55
6824 54

⑤ 日本分類

107 D21
102 H2
100 B1

⑤ Int. Cl²

G01S 7/52
B06B 1/00
H01L 41/00

識別
記号

明 細 書

1. 発明の名称 電気-音響変換器

2. 特許請求の範囲

船舶のソナードプラー装置に用いられるレンズ型の電気-音響変換器であつて、電気-音響エネルギー変換手段と音響レンズ手段とを有し、該電気-音響エネルギー変換手段は優先軸線に沿う主ローブと発散軸線に沿う 2 次ローブとから成るビームパターンを有する形式のものであり、該音響レンズ手段は船体に設けた開口部に取付けられるようにした外面および該外面に関して傾斜して位置している内面を有し、該電気-音響エネルギー変換手段は該内面に優先軸線が該内面とほぼ直角になるように取付けてあり、該レンズ手段はその内部を通る音の速度が水中での音速よりも大となるような素材から作られており、通常作動中にレンズ手段-水界面を角度的に通過する音響エネルギー経路が屈折を受けるようにした電気-音響変換器。

3. 発明の詳細な説明

この発明は船舶用のソナードプラー航法装置に関し、更に詳しくは該航法装置に用いられる電気-音響エネルギー変換器に関する。

船舶の深度および距離を測定するために用いられるソナードプラー装置は周知である。水中に音波を発生させそれを受信するためには電気-音響変換器が用いられる。音響エネルギーは船舶の前方速度の 1 成分が音響ビーム方向と合致するように該前方速度に関して 90°以外の角度で水中に発信される。2 つの音響ビームを使用するいわゆるジエイナス方式に用いられる音響ビームの方向決めについては米国特許第 3795893 号に詳細な記載がある。

多くの船舶の作動状態においては船体の下方に気泡が発生し、それが船尾の方向に移動する。船舶に近接したこれらの気泡は船舶を通つて移動する水流の境界層中に発生する。この境界層の速度は測定しようとする船体から遠隔の自由な水流の速度よりもかなり低い。それらの気泡

は音響エネルギーの良い反射体である。従来の変換器では所望の主ローブだけでなく、船体に近接した複数の小さなサイドローブに沿つてもエネルギーの放射および受信がなされていた。サイドローブ中のエネルギーは船体の表面に近接した気泡から反射されることが多く、主ローブ中の所期領域から受信される信号と比較される程度のスプリアス反射信号となる。これらのスプリアス信号は変換器の作動を不正確にするだけでなく、気泡の密度が絶えず変化するため、ソナードプラー装置の読みを著しく不安定にする。

本発明の原理によれば電気-音響変換素子からの音響エネルギーは、船体に近接した領域において生ずる反射された音響エネルギーが電子-音響変換素子に到達するのを阻止するように構成された屈折レンズを通過するようにされる。

次に図面に示した実施例について更に詳細に説明する。

本発明が適用されるソナードプラー装置には

通常は圧電ピストンの形状の電気-音響変換素子が使用される。圧電ピストンはそれに加えられた電気信号に回答して変形し、電気信号に対応する音響信号を発生し、その逆に音響信号により変形して電気信号を発生する。この変換素子に関連した標準的なビームパターンは第1図に示してある。同図には電気信号により励振された電気-音響変換器の表面から放射される音響エネルギーの分布が示されている。大部分の音響エネルギーは1次ローブ即ち主ローブ11によつて表わされるように変換素子の前面と直角の軸線を中心とした狭い角度範囲内において放射される。しかしかなりの量の音響エネルギーは発散形の2次ローブ即ちサイドローブ15に沿つて放射される。ソナードプラー装置においては所望の音響エネルギーは主ローブ11内において放射受信される。サイドローブ13に沿つて放射受信される音響エネルギーは読みを不正確で不安定なものにするスプリアス信号である。本発明の目的はこれらのサイドローブ13

を効率的に除去することにある。

この問題の性質はジェイナス方式による電気-音響変換素子17, 19の従来の取付け方法を示した第2図を参照することによつて明らかになるであろう。圧電式の変換素子17, 19は船体23の開口部に挿入した水密のハウジング21中に取付けてある。変換素子17, 19は周知のジェイナス方式の作動原理に従つて前向きビームおよび後向きビームをそれぞれ発信する。ドプラー周波数偏位が生ずるようになるには2つのビームに船舶の速度と平行な成分をもたせる必要があるため、変換素子17, 19は船体23の底面に関してある角度をもつて配設される。変換素子17, 19はそのため普通はハウジング21の底面を形成する円錐面25上に取付けられる。前向きビームおよび後向きビームは変換素子17, 19にそれぞれ関連する主ローブを表わし、変換素子17, 19の表面と直角の軸線のまわりにそれぞれ位置している。

所望のビームのエネルギーの他にも、いろいろのサイドローブ例えば高圧のじょう乱が存在する場合には船体23の底面に近接して進むビーム27, 29によつて表わされるサイドローブの軸線に沿つてもエネルギーが放射され受信される。変換素子17, 19は主ローブ11中のエネルギーに比べてサイドローブ13中のエネルギーには比較的に感知しないが、じょう乱層中の気泡の反射性のレベルが高く、しかもこれらの気泡が変換素子17, 19に近接しているため、主ビーム内の所期領域から受信される信号と比較される程度のスプリアス信号が発生する。これらのスプリアス信号は気泡の密度および速度に基づく不正確な作動およびソナードプラー装置の不安定な読みを生じさせる。

第3図には本発明によるレンズ形の変換器が示してある。電気-音響変換素子31, 33はハウジング37中のレンズ素子35上に取付けてある。レンズ素子35は後述するように船体23の外表面とはほぼ面一の外表面39と、該外表面39

に対して傾斜して位置された内面 4 1, 4 3 とを有する。ソレイナス方式の場合には図示のようにレンズ素子 3 1, 3 3 はディスク状の変換素子 3 1, 3 3 を取付けるため平坦な形に機械加工した 2 つの平坦な側面をもつ円錐ピラミッドの形状にする。前向きビーム 4 5 と後向きビーム 4 7 とはそれぞれ変換素子 3 1, 3 3 によつて発生する。

次に第 3 図のレンズ-変換素子組合せ装置の構成および作用を、やはりレンズ素子 3 5 とその上に取付けた変換素子 3 1, 3 3 とを示した第 4 図について説明する。

レンズ素子 3 5 はその内部を通る音の速度 C_p が水中での音速 C_w よりも少し高くなるような素材から作られている。普通は 1507 m/秒の音速を生ずる海水に対して 2317 m/秒の音速を生じ且つ C_p/C_w 比約 1.5 を与えるようなポリスチレンによつてレンズ素子 3 5 を構成しても良い。

第 4 図において ϕ_p はレンズ素子 3 5 の法線に

$$\phi_w \text{ critical} = \arcsin \frac{C_w}{C_p} \quad (2)$$

このようにして定義された臨界角は、その角度を超える角度で到来するビーム（例えば船体 2 3 の近辺から到来するビーム）が変換素子 3 1, 3 3 に到達できないことを意味している。逆に言えば変換素子 3 1, 3 3 から放射されたどのビームも臨界角 $\phi_w \text{ critical}$ を越えた領域に放射されることはない。

一例として上述の特性をもつポリスチレン製のレンズ素子 3 5 は臨界角 40.57° を与える。従つてこのレンズ素材を使用すると全ての送受信は垂直線から 40.57° 以下のレンズ素子 3 5 の下方の円錐領域内において行なわれる。換言すれば水平面（船体 2 3 を含む平面）から下方に 49.43° の範囲にある全ての領域はドプラー測定における音響エネルギーに関与しなくなる。

本発明によるレンズ形の変換器は海水の塩分度と無関係の速度の読みを与える点でソナード

特開昭52-73763(3)
関する入射角、 ϕ_w は海中での屈折角である。

スネルの法則により次式が成立する。

$$\frac{\sin \phi_w}{\sin \phi_p} = \frac{C_w}{C_p}$$

レンズ素子 3 5 の素材は水中の音速よりも大きな速度で音を伝播するように選ばれているので、式(1)による比 C_w/C_p は 1 よりも小さい。そのためビームは角 ϕ_w が角 ϕ_p よりも小さくなるように屈折し、水中でのビームはレンズ素子 3 5 の法線軸に接近して屈折する。 $\sin \phi_p$ は 1 以上になることはなく、比 C_w/C_p は 1 より小さいので、 $\sin \phi_w$ は常に 1 以下であり、 ϕ_w は 90° 以下である。従つて屈折されたビームは船体 2 3 の底面に近接しなくなる。

$\phi_p = 90^\circ$ と置き、比 ϕ_w/ϕ_p が 1 以下であることに留意して、式(1)から計算される臨界角を定義することができる。臨界角 $\phi_w \text{ critical}$ は次式により与えられる。

プラー測定を一層正確なものにする。従来のソナードプラー装置においては河口を通つて塩水領域から淡水領域に移行する際に正確な読みを得るために塩分度の変化について修正することが必要であつた。本発明のこのような利点はドプラー周波数と船舶の速度との間の周知の式

$$\Delta f = \frac{2V}{C_w} \cos \theta_w \cdot f_0 \quad (3)$$

(ここに

Δf は個別のビームのドプラー周波数、

V は船舶の速度、

C_w は変換素子近辺の水中での音速、

θ_w は船舶の速度ベクトルと変換器ビームとのなす角度、

f_0 は送信周波数)

を参照することによつて明らかになる。即ちレンズ素子 3 5 を使用すると θ_w はもはや幾何学的に定まつた値ではなく、音速の変化によつて生ずる屈折効果の関数である。 $\cos \theta_w = \sin \phi_w$ であるから、式(1)を代入すると、式(3)は次のよう

に表わされる。

$$\Delta f = -\frac{2V}{C_p} \sin \phi_p \cdot f_0$$

従つて校正定数は水中の音速とは無関係になり、レンズ素材中での音速に依存した値となる。

レンズ素子 35 は滑らかな船体-水界面を提供し、従来の装置のようなキャビティを発生させないので、変換素子 31、33 に乱流やキャビテーションを生じることがなく、高速の作動が実現される。

またレンズ素子 35 を使用すると、従来の装置において変換器の表面に水流が衝突することによつて生じたフローノイズの振幅が減少する。フローノイズは圧電クリスタルの電気的ノイズとなつて現れ、所望信号の受信を妨げていたものである。受信信号の振幅は周知の自乗法則挙動に従うので、変換素子からレンズ面の方に水流の衝撃を移行させてフローノイズの振幅をかなり低減させることができる。

の変形も本発明の範囲に包含されることは言うまでもない。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は電気-音響変換器の標準的な放射パターンを示す説明図、第 2 図は従来技術による電気-音響変換器の取付け状態を示す概略的な断面図、第 3 図は本発明による電気-音響変換器の取付け状態を示す概略的な断面図、第 4 図は本発明による電気-音響変換器の説明図である。

図において 11 は主ローブ、13、15 はサイドローブ、31、33 は電気-音響エネルギー変換素子、35 はレンズ素子である。

特許出願人代理人 飯田 治 男

外 2 名

特開昭52-73763(4)

レンズ素材にはポリステレン以外の各種の素材を使用しても良い。レンズ素材の選択は設計者の裁量に従つて多くの条件を勘案して定められる。水中での伝播速度よりも伝播速度を高くすることは上述したように必要であるが、レンズ素子-水界面での反射が最小になるように最適なエネルギー伝達が行なわれるためには密度と速度の比である音響インピーダンスの値をできるだけ水の音響インピーダンスに近くする必要がある。この見地からは各種の低密度プラスチックおよびゴムがレンズ素材として好適である。またレンズ素子中のエネルギー損を最小にするため吸音性を低くする必要がある。ポリステレンやアクリル樹脂のような堅強な合成材料はこの目的のため特に好適である。

以上に本発明をジエイナス方式について説明したが、ただ 1 つの音響ビームを使用する他の方式にも本発明を適用することができる。

本発明は上述の実施例の外にもいろいろと変形して実施することができ、そのような設計上

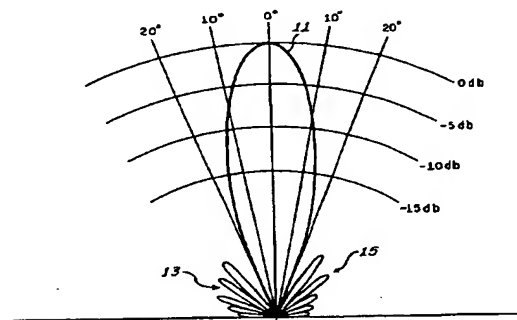


FIG. 1.

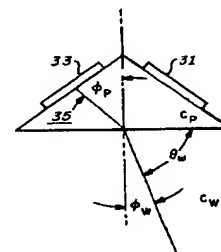


FIG. 4.

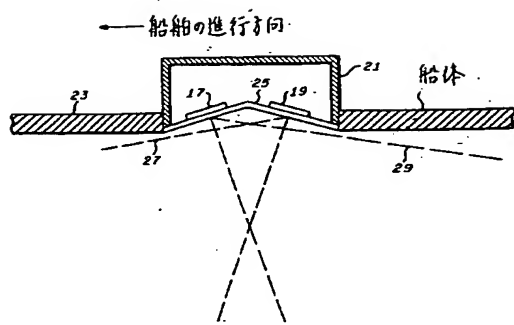


FIG. 2.

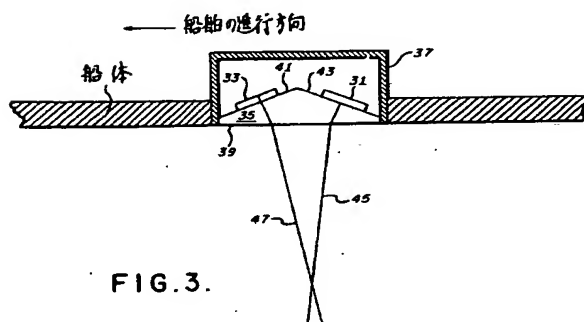


FIG. 3.

5. 添附書類の目録

(1) 委任状	1 通
(2) 明細書	1 通
(3) 図面	1 通
(4) 優先権証明書	1 通

6. 前記以外の発明者、または代理人

(1) 発明者

(2) 代理人

郵便番号 100

住所 東京都千代田区丸の内2丁目4番1号

丸の内ビルディング 752区

電話 201-3497、214-6892

氏名 (7998) 弁理士 飯田 伸行

住所 同所

氏名 (7615) 弁理士 兼坂 真



THIS PAGE BLANK (USPTO)